

## **РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ**

УДК 669.162.253

*В. С. Антонова, Н. Р. Тазеев, М. С. Соколова*

Магнитогорский государственный технический университет

им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск

[nailtazeev@mail.ru](mailto:nailtazeev@mail.ru)

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ОБЪЕМОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОМЕННОГО ГАЗА В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОТЛАХ**

*В работе рассматривается возможность увеличения объемов потребления доменного газа в энергетических котлах на примере центральной электростанции ПАО «ММК» в периоды максимальной нагрузки доменного цеха.*

Ключевые слова: доменный газ, воздушное дутье, энергетический котел.

*V. S. Antonova, N. R. Tazeev, M. S. Sokolova*

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk

### **RESEARCH OF THE POSSIBILITY TO INCREASE THE DOMAIN GAS USE IN POWER BOILERS**

*The paper considers the possibility of increasing the consumption of blast furnace gas in power boilers using the example of the central power plant of PJSC «Magnitogorsk Iron and Steel Works» during periods of maximum load of the blast furnace.*

Key words: blast furnace gas, air blast, energy boiler.

В настоящее время актуальной задачей на металлургических предприятиях полного цикла остается сокращение затрат на покупку дорогостоящего горючего топлива, и в первую очередь – природного газа, одним из способов сокращения потребления которого является использование вторичных энергоресурсов, например, доменного газа [1].

На примере ПАО «ММК» рассматривается возможность увеличения потребления доменного газа в энергетических котлах. В качестве объекта для энергетического анализа выбран стационарный котел № 1 типа «Ганомаг» центральной электростанции (ЦЭС).

Одним из вариантов повышения расхода доменного газа и, как следствие, снижения расхода природного газа при неизменной тепловой нагрузке котельных агрегатов является снижение расходов подаваемого в топку воздуха, необходимого для сгорания топлива, за счет увеличения в нем содержания кислорода [2, 3].

Средний расход природного газа в стационарном котле № 1 «Ганомаг» составляет 4400 м<sup>3</sup>/ч, расход доменного газа – 30300 м<sup>3</sup>/ч.

В табл. 1 представлены основные результаты расчета горения природного и доменного газов, используемых в стационарном котле № 1 типа «Ганомаг» ЦЭС ПАО «ММК», при различном содержании кислорода в воздушном дутье.

Таблица 1

Результаты расчета горения газов, сжигаемых в котле «Ганомаг» ЦЭС ПАО «ММК», при различном содержании кислорода в воздушном дутье

| Наименование параметра                 | Содержание кислорода в воздушном дутье, % |          |          |
|--|---|----------|----------|
|  | 21  | 23       | 25       |
| Природный газ                          |   |          |          |
| Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч      | 44126,9                                   | 40289,79 | 33843,42 |
| Выход дымовых газов, м <sup>3</sup> /ч | 49691,9                                   | 45793,38 | 40049,67 |
| Состав дымовых газов, %                |   |          |          |
| – RO <sub>2</sub>                      | 9,77                                      | 10,60    | 12,12    |
| – H <sub>2</sub> O                     | 1,42                                      | 1,41     | 1,36     |
| – O <sub>2</sub>                       | 18,66                                     | 20,25    | 23,14    |
| – N <sub>2</sub>                       | 70,15                                     | 67,74    | 63,38    |
| Доменный газ                           |   |          |          |
| Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч      | 18749,64                                  | 17119,23 | 14380,15 |
| Выход дымовых газов, м <sup>3</sup> /ч | 31944,44                                  | 30287,95 | 28135,03 |
| Состав дымовых газов, %                |   |          |          |
| – RO <sub>2</sub>                      | 38,89                                     | 41,02    | 44,15    |
| – H <sub>2</sub> O                     | 0,93                                      | 0,90     | 0,82     |
| – O <sub>2</sub>                       | 13,81                                     | 14,56    | 15,67    |
| – N <sub>2</sub>                       | 46,37                                     | 43,52    | 39,36    |

На рис. 1 представлены рассчитанные расходы воздуха, а также объемы выхода дымовых газов при сжигании смеси природного (12,68 %), и доменного газа (87,32 %), используемой в стационарном котле № 1 типа «Ганомат» ЦЭС ПАО «ММК», при различном содержании кислорода в воздушном дутье.



Рис. 1. Зависимость расхода воздуха и выхода дымовых газов от содержания кислорода в воздушном дутье

Из диаграммы на рис. 1 видно, что при повышении содержания кислорода в воздушном дутье с 21 до 25 %, расход воздуха, необходимого для горения топлива, снизится на 5119,38 м³/ч, что позволит снизить нагрузку на дутьевые вентиляторы. Кроме того, снижение расхода воздуха освобождает разрежение в топке котла, что позволяет повысить расход доменного газа, и, таким образом, приведет к снижению расхода природного газа.

При прочих равных условиях и вследствие уменьшившейся нагрузки на дымососы при подаче воздуха, на 5119,38 м³/ч меньше, появляется возможность повысить расход доменного газа на те же 5119,38 м³/ч.

При калорийности доменного газа 3,76 МДж/м³ и калорийности природного газа 35,05 МДж/м³ увеличение расхода доменного газа на 5119,38 м³/ч приведет к сокращению расхода природного газа на 549,3 м³/ч при неизменном тепловыделении.

В табл. 2 представлены рассчитанные расходы воздуха, а также объемы выхода дымовых газов при сжигании смеси природного (9,8 %), и доменного газа (90,2 %), используемой в стационарном котле № 1 типа «Ганомат» ЦЭС ПАО «ММК», при различном содержании кислорода в воздушном дутье.

Таблица 2

Результаты расчета горения смеси горючих газов, сжигаемой в котле «Ганоман» ЦЭС ПАО «ММК», при различном содержании кислорода в воздушном дутье

| Наименование параметра                 | Содержание кислорода в воздушном дутье, % |          |          |
|--|---|----------|----------|
|  | 21  | 23       | 25       |
| Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч      | 23555,13                                  | 21506,86 | 18065,76 |
| Объем дымовых газов, м <sup>3</sup> /ч | 37944,34                                  | 35863,29 | 33100,5  |

На рис. 2 представлена зависимость расхода природного и доменного газов от различного содержания кислорода в воздушном дутье.



Рис. 2. Зависимость расхода природного и доменного газа от содержания кислорода в воздушном дутье

Таким образом, увеличение содержания кислорода в воздушном дутье до 25 %, дает возможность сократить расход природного газа в топливной смеси на 549,3 м<sup>3</sup>/ч за счет увеличения расхода сжигаемого доменного газа на 5119,38 м<sup>3</sup>/ч.

#### Список использованных источников

1. Вторичные энергоресурсы промышленных предприятий / С. В. Картавец, Е. Г. Нешпоренко. Магнитогорск : Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. 71 с.
2. Агапитов Е. Б., Картавец С. В., Михайловский В. Н., Каблукова М. С., Миков В. Ю. Техничко-экономические подходы к оценке эффективности использования доменного газа на металлургическом предприятии // Промышленная энергетика. 2016. № 3. С. 15–22.
3. Агапитов Е. Б., Михайловский В. Н., Даутов Р. Н., Каблукова М. С., Агапитов А. Е. Повышение эффективности работы паровоздуховой электростанции металлургического предприятия при решении многоцелевых задач // Электротехнические системы и комплексы. 2016. № 3 (32). С. 48–53.